



Assinado  
Digitalmente

**REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL**  
MINISTÉRIO DA INDÚSTRIA, COMÉRCIO EXTERIOR E SERVIÇOS  
**INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL**

## CARTA PATENTE Nº PI 1015379-9

O INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL concede a presente PATENTE DE INVENÇÃO, que outorga ao seu titular a propriedade da invenção caracterizada neste título, em todo o território nacional, garantindo os direitos dela decorrentes, previstos na legislação em vigor.

**(21) Número do Depósito:** PI 1015379-9

**(22) Data do Depósito:** 27/04/2010

**(43) Data da Publicação do Pedido:** 04/11/2010

**(51) Classificação Internacional:** A01G 7/00; G01B 21/20

**(30) Prioridade Unionista:** US 61/214,848 de 29/04/2009

**(54) Título:** SISTEMAS E MÉTODOS PARA GERAR INFORMAÇÕES FENOTÍPICAS DE PLANTAS EM DIFERENTES FILEIRAS DE CULTIVO

**(73) Titular:** MONSANTO TECHNOLOGY LLC, Sociedade Norte Americana. Endereço: 800 North Lindbergh Boulevard, St. Louis, MO 63167, ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA(US), Norte Americana

**(72) Inventor:** KEVIN DEPPERMANN; SUSAN MACISAAC; HAITAO XIANG; TRAVIS FREY

**Prazo de Validade:** 20 (vinte) anos contados a partir de 27/04/2010, observadas as condições legais

**Expedida em:** 03/04/2018

Assinado digitalmente por:

**Júlio César Castelo Branco Reis Moreira**  
Diretor de Patente

15 de Novembro  
REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL  
de 1889

Relatório Descritivo da Patente de Invenção para **"SISTEMAS E MÉTODOS PARA GERAR INFORMAÇÕES FENOTÍPICAS DE PLANTAS EM DIFERENTES FILEIRAS DE CULTIVO"**.

REFERÊNCIA CRUZADA AOS PEDIDOS DE PATENTE RELACIONADOS

[001] Este pedido de patente reivindica o benefício do Pedido de Patente Provisória U.S. nº 61/214,848, depositado em 29 de Abril de 2009, a descrição a qual é incorporada aqui para referência em sua totalidade.

CAMPO

[002] A presente invenção refere-se a um sistema de cálculo biométrico para plantas e métodos.

ANTECEDENTES

[003] As declarações nesta seção fornecem meramente informações sobre os antecedentes relacionados à presente descrição e talvez não constituam a técnica anterior.

[004] Na indústria agrícola dos dias de hoje, esforços constantes têm sido feitos para aprimorar métodos e técnicas para aprimoramento genético. Em vários exemplos, para obter dados analíticos sobre a cultura usados em tais métodos para aprimoramento genético e técnicas, amostras para teste de vários genótipos de planta são cultivadas e as plantas dentro das amostras são calculadas e monitoradas para a obtenção de dados biométricos, tais como a altura da planta, densidade da cultura e o volume do dossel da planta. Subsequentemente, os dados biométricos podem ser analisados para selecionar diferentes genótipos que exibam as características desejadas, por exemplo, rendimento maior e/ou densidade de cultura maior para ajudar a aprimorar fileiras de aprimoramento genético.

[005] Por exemplo, a altura da planta pode ser utilizada para calibrar os rendimentos. Em tais exemplos, a altura das plantas dentro de

uma amostra para teste e o rendimento correspondente das respectivas plantas podem ser calculados e monitorados e em seguida analisados para calcular uma correlação entre a altura e o rendimento que pode ser usada para selecionar determinados genótipos de planta para a reprodução.

[006] Para adquirir tais dados biométricos, alguns métodos conhecidos para medição de plantas envolvem calcular fisicamente a altura da planta, densidade, rendimento, etc., das plantas dentro de uma amostra para teste manualmente. Entretanto, os dados coletados manualmente estão suscetíveis ao erro humano e tipicamente consomem muito tempo. De maneira alternativa, foram feitas tentativas para utilizar técnicas passivas de detecção óptica algumas vezes usadas para adquirir dados agrônômicos e biofísicos da planta, mas essas técnicas possuem dificuldade para obter informações biométricas sobre a cultura, por exemplo, a altura da planta, volume do dossel e densidade da cultura. A razão primária para isso é que dados biométricos sobre a cultura, por exemplo, os dados sobre a altura da planta, o volume do dossel e a densidade da cultura estão relacionados às características verticais ou sobre a altura das plantas as quais as técnicas passivas de detecção óptica não são capazes de calcular. De maneira adicional, técnicas passivas conhecidas de detecção óptica fornecem apenas imagens com 2 dimensões de cada planta.

### SUMÁRIO

[007] A presente descrição fornece sistemas e métodos para gerar informações biométricas sobre a cultura nas condições do campo que usa um sistema móvel e terrestre para coleta de dados.

[008] Em várias modalidades, o método inclui escanear as superfícies superiores de várias estruturas da copa da planta de uma pluralidade de plantas em uma ou mais fileiras de plantas dentro de um campo para coletar dados escaneados das estruturas da copa. De

maneira adicional, o método inclui converter os dados escaneados em um mapa tridimensional do contorno do campo com alta resolução espacial que ilustra um contorno agregado tridimensional do campo das plantas escaneadas. O método ainda inclui extrair, a partir do mapa tridimensional do contorno do campo com alta resolução espacial, informações biométricas referentes às plantas em cada uma ou mais fileiras selecionadas das fileiras escaneadas das plantas.

[009] Em muitas outras modalidades, o método inclui posicionar um dispositivo para coleta de dados a uma altura que é maior do que a altura de todas as plantas dentro de um campo de plantas, mover o dispositivo para coleta de dados ao longo das fileiras das plantas no campo, escanear as superfícies superiores das várias estruturas da copa da planta das plantas em uma ou mais fileiras para coletar os dados escaneados, converter os dados escaneados em um mapa tridimensional do contorno do campo com alta resolução espacial que ilustra um contorno agregado do campo tridimensional das plantas escaneadas e da superfície do terreno. O método de maneira adicional inclui extrair a partir do mapa tridimensional do contorno do campo com alta resolução espacial, informações biométricas referentes às plantas em cada uma ou mais fileiras selecionadas das fileiras escaneadas das plantas. Ainda em várias outras modalidades, o método inclui posicionar um dispositivo para coleta de dados do sistema móvel e terrestre para coleta de dados a uma altura que é maior do que a altura de todas as plantas dentro de um campo das plantas que compreende uma pluralidade de fileiras de plantas, e mover o dispositivo para coleta de dados ao longo das fileiras de plantas no campo, através de uma plataforma móvel do sistema móvel e terrestre para coleta de dados, com o dispositivo para coleta de dados que permanece sobre as plantas. De maneira adicional, o método inclui escanear as superfícies superiores das várias estruturas da copa da planta das plan-

tas em uma ou mais fileiras e a superfície do terreno no qual as respectivas plantas estão crescendo, através do dispositivo para coleta de dados, para coletar dados escaneados à medida que o dispositivo para coleta de dados é movido ao longo das fileiras de plantas, as estruturas da copa de cada planta que compreende um dossel de cada planta respectiva, e converter os dados escaneados em um mapa tridimensional do contorno do campo com alta resolução espacial que ilustra um contorno agregado do campo tridimensional das plantas escaneadas e da superfície do terreno, através de um dispositivo de processamento do sistema móvel e terrestre para coleta de dados. O método ainda inclui extrair dados sobre o contorno do dossel da cultura a partir do mapa tridimensional do contorno do campo das plantas escaneadas e da superfície do terreno, e extrair, a partir dos dados sobre o contorno do dossel da cultura, as informações biométricas referentes às plantas em cada uma ou mais fileiras selecionadas das fileiras escaneadas das plantas.

[0010] Ainda em outras modalidades, o sistema inclui um dispositivo para coleta de dados, posicionado através de um suporte aéreo do sistema, a uma altura que é maior do que a altura de todas as plantas dentro de um campo das plantas que compreende uma pluralidade de fileiras de plantas. O sistema de maneira adicional inclui uma plataforma móvel estruturada e operável para mover o dispositivo para coleta de dados ao longo das fileiras de plantas no campo com o dispositivo para coleta de dados que permanece acima das plantas, o dispositivo para coleta de dados estruturada e operável para escanear as superfícies superiores das várias estruturas da copa da planta das plantas em uma ou mais fileiras para coletar os dados escaneados, as estruturas da copa de cada planta que compreende um dossel de cada planta respectiva. Além disso, o sistema inclui um dispositivo de processamento que é estruturado e operável para converter os dados escanea-

dos em um mapa tridimensional do contorno do campo com alta resolução espacial que ilustra um contorno agregado do campo tridimensional das plantas escaneadas e da superfície do terreno. O dispositivo de processamento que ainda é estruturado e operável para extrair os dados sobre o contorno do dossel da cultura a partir do mapa tridimensional do contorno do campo, e utilizar os dados extraídos do contorno do dossel da cultura para gerar informações biométricas referentes às plantas em cada uma ou mais fileiras selecionadas das fileiras escaneadas das plantas.

[0011] As áreas adicionais de aplicabilidade da presente invenção ficarão aparentes a partir da descrição fornecida aqui. Deve ser entendido que a descrição e os exemplos específicos têm como objetivo apenas a ilustração e não pretendem limitar o escopo da presente invenção.

#### FIGURAS

[0012] Os desenhos descritos aqui são apenas para os fins de ilustração apenas e não pretendem, de modo algum, limitar o escopo da presente invenção.

[0013] A figura 1A é uma vista frontal de um sistema móvel e terrestre para coleta de dados, de acordo com várias modalidades da presente descrição.

[0014] A figura 1B é uma vista isométrica de um sistema móvel e terrestre para coleta de dados, tal como aquele mostrado na figura 1A, de acordo com várias modalidades da presente descrição.

[0015] A figura 2A é um diagrama em bloco de um núcleo emissor/receptor do sistema móvel e terrestre para coleta de dados, mostrado por meio de exemplo nas figuras 1A e 1B, de acordo com várias modalidades da presente descrição.

[0016] A figura 2B é uma vista frontal do sistema móvel e terrestre para coleta de dados mostrado por meio de exemplo nas figuras 1A e

1B, o que inclui o núcleo emissor/receptor mostrado na figura 2A, de acordo com várias modalidades da presente descrição.

[0017] A figura 3 é uma ilustração exemplar de uma fração representativa de dos dados bidimensionais de um perfil bidimensional de uma elevação do campo das plantas escaneadas e da superfície do terreno para uma varredura avançada ou remota da coleta dos dados executada pelo núcleo emissor/receptor mostrado na figura 2, de acordo com as várias modalidades da presente descrição.

[0018] A figura 4 é uma ilustração exemplar de um mapa tridimensional do contorno do campo com alta resolução espacial das plantas escaneadas e da superfície do terreno gerada a partir de uma pluralidade de frações bidimensionais de dados tais como aquela mostrada na figura 3, de acordo com várias modalidades da presente descrição.

[0019] A figura 5 é um fluxograma que ilustra um método para gerar as informações biométricas sobre a cultura nas condições do campo que usa o sistema móvel e terrestre para coleta de dados, mostrado de maneira exemplar nas figuras 1A e 1B, o que inclui o núcleo emissor/receptor mostrado nas figuras 2A e 2B, de acordo com várias modalidades da presente descrição.

[0020] A figura 6 é uma ilustração exemplar dos dados tridimensionais de contorno do dossel da cultura para as fileiras selecionadas das plantas escaneadas, derivados do mapa tridimensional do contorno do campo mostrado nas figuras 4 e 7C, de acordo com várias modalidades da presente descrição.

[0021] A figura 7A é um diagrama em bloco de uma câmera digital tridimensional do sistema móvel e terrestre para coleta de dados, mostrada de maneira exemplar nas figuras 1A e 1B, de acordo com várias modalidades da presente descrição.

[0022] A figura 7B é uma vista frontal do sistema móvel e terrestre para coleta de dados mostrado de maneira exemplar nas figuras 1A e

1B, o que inclui a câmera digital tridimensional mostrada na figura 7A, de acordo com várias modalidades da presente descrição. A figura 7C é uma ilustração exemplar de uma pluralidade de imagens tridimensionais geradas a partir de conjuntos com sinais de luz refletida capturados através da câmera digital tridimensional mostrada nas figuras 7A e 7B, e um mapa tridimensional do contorno do campo com alta resolução espacial gerado a partir das imagens tridimensionais, de acordo com várias modalidades da presente descrição.

[0023] A figura 8 é um fluxograma que ilustra um método para gerar as informações biométricas sobre a cultura nas condições do campo que usa o sistema móvel e terrestre para coleta de dados, mostrado de maneira exemplar nas figuras 1A e 1B, o que inclui o núcleo emissor/receptor mostrado nas figuras 7A e 7B, de acordo com várias modalidades da presente descrição.

[0024] A figura 9 é um diagrama em bloco de um dispositivo de processamento do sistema móvel e terrestre para coleta de dados, mostrado nas figuras 1A e 1B, de acordo com várias modalidades da presente descrição.

[0025] Os números de referência correspondentes indicam as partes correspondentes ao longo de todas as inúmeras vistas dos desenhos.

#### DESCRIÇÃO DETALHADA

[0026] A descrição a seguir é meramente exemplar por natureza e, de maneira alguma pretende limitar a presente invenção, aplicação, ou usos. Ao longo de todo esse relatório descritivo, números de referência similares serão usados para referir a elementos similares.

[0027] A presente descrição fornece sistemas e métodos para adquirir vários dados com características estruturais de uma pluralidade de plantas em um campo e para gerar informações biométricas a partir dos dados adquiridos. As figuras 1A e 1B ilustram um sistema móvel e

terrestre para coleta de dados (TMDCS) 10, de acordo com várias modalidades da presente descrição. O TMDCS 10 inclui uma plataforma móvel terrestre 14 e um dispositivo de coleta de dados com as características estruturais da planta 18 montado em um suporte aéreo, ou braço, 22 da plataforma móvel 14.

[0028] A plataforma móvel 14 pode ser qualquer estrutura móvel, aparelho, dispositivo ou veículo adequado para se mover no solo longitudinalmente dentro dos corredores de planta 28 formados entre as fileiras de uma pluralidade de plantas 30 em um campo 34. Por exemplo, em várias modalidades, a plataforma móvel 14 pode ser uma estrutura, um aparelho, um dispositivo ou um veículo montado sobre rodas de modo que a plataforma móvel 14 possa ser empurrada e/ou puxada longitudinalmente ao longo dos corredores de planta 28. De maneira alternativa, em várias outras modalidades, a plataforma móvel 14 pode ser uma estrutura motorizada, aparelho, dispositivo ou veículo que é estruturado e operável para ter propulsão própria de modo que a plataforma móvel 14 possa ser controlada automaticamente para se mover ao longo dos corredores de planta 28 através de um controle remoto ou de bordo de um motor ou mecanismo (não mostrado) operável para fornecer força motriz para a plataforma móvel 14.

[0029] O suporte aéreo ou braço, 22 é disposto acima das fileiras de plantas 30 e o dispositivo para coleta de dados com características estruturais da planta 18 é montado no suporte aéreo 22 de modo que o dispositivo para coleta de dados 18 seja posicionado a uma altura que seja maior do que a altura de todas as plantas 30 no campo 34. Consequentemente, como a plataforma móvel 14 se move ao longo dos corredores de planta 28, o dispositivo para coleta de dados 18 é simultaneamente movido ao longo e acima das fileiras de plantas 30.

[0030] O dispositivo para coleta de dados com características estruturais da planta 18 pode ser qualquer dispositivo para coleta de da-

dos estruturada e operável para adquirir os dados relacionando uma ou mais características estruturais de uma pluralidade das plantas 30 no campo 34. Por exemplo, em várias modalidades, o dispositivo para coleta de dados com características estruturais da planta 18 pode ser um dispositivo à base de laser para coleta de dados estruturada e operável para emitir sinais a laser com qualquer comprimento de onda adequado e receber aqueles sinais depois que os sinais tiverem refletido fora das superfícies superiores das várias estruturas da copa da planta e do solo 26. Ou em várias outras modalidades, o dispositivo para coleta de dados com características estruturais da planta 18 pode compreender uma câmera digital tridimensional estruturada e operável para receber sinais ópticos de luz que tiverem refletido fora das superfícies superiores das várias estruturas da copa da planta e do solo 26. De maneira alternativa, em outras modalidades adicionais, o dispositivo para coleta de dados com características estruturais da planta 18 pode ser um dispositivo à base de sinal eletromagnético para coleta de dados estruturada e operável para emitir sinais eletromagnéticos e receber aqueles sinais depois que os sinais tiverem refletido fora das superfícies superiores das várias estruturas da copa da planta e do solo 26. Ou em outras modalidades adicionais, o dispositivo para coleta de dados com características estruturais da planta 18 pode ser um dispositivo à base de som para coleta de dados estruturada e operável para emitir sinais sônicos e receber aqueles sinais depois que os sinais tiverem refletido fora das superfícies superiores das várias estruturas da copa da planta e do solo 26.

[0031] Como usado aqui, o termo copa da planta é definido como a totalidade das partes acima do chão de cada respectiva planta 30, e as estruturas da copa da planta, como usadas aqui, incluem os caules, as folhas e as estruturas reprodutivas da respectiva copa da planta. De maneira adicional, o termo dossel da planta é definido como a totalida-

de das copas da planta de todas as plantas 30 que crescem em uma dada fileira de plantas 30. Além disso, o termo fileira de plantas 30 é definido como todas as plantas 30 que crescem a partir de uma ranhura comum, na qual o espaço entre as fileiras de plantas 30, ou seja, o espaço entre as ranhuras forma os corredores de planta 28 através dos quais o TMDCS 10 se move, como descrito aqui. Em várias modalidades, cada fileira de plantas 30 no campo compreende plantas do mesmo genótipo selecionado, e as plantas 30 em pelo menos uma das fileiras são de um genótipo diferente daquele das plantas 30 em pelo menos outra fileira de plantas 30 no campo.

[0032] Com referência às figuras 2 e 2A, em várias modalidades, o dispositivo para coleta de dados com características estruturais da planta 18 inclui um núcleo emissor/receptor 38 montado de maneira móvel em uma fuselagem de alojamento com um componente eletrônico 42. O núcleo emissor/receptor 38 inclui um emissor 46 e um receptor 50, e é montado de maneira corrediça ou giratória em uma extremidade distal da fuselagem de alojamento 42 de modo que o núcleo emissor/receptor 38 possa oscilar de maneira corrediça ou giratória em uma velocidade bem rápida ao longo de uma faixa linear predefinida de movimento ROM. Por exemplo, em várias implementações, o núcleo emissor/receptor 38 pode oscilar de maneira corrediça para frente e para trás ao longo de uma faixa linear de movimento ROM, mostrada como ROMs na figura 2A, entre um primeiro parâmetro  $-X$  e um segundo parâmetro  $+X$ , mostrado como  $-X_s$  e  $+X_s$  na figura 2A, de modo que sinais de coleta de dados emitidos  $+S$  são emitidos a partir do emissor 46 dentro de um campo de visão FOV do núcleo emissor/receptor 38. Ou em várias implementações, o núcleo emissor/receptor 38 pode oscilar de maneira giratória para trás e para frente ao longo de uma faixa linear de movimento ROM, mostrada como ROM<sub>P</sub> na figura 2A, entre os primeiro e segundo parâmetros  $-X$  e  $+X$ ,

mostrados como  $-X_P$  e  $+X_P$  na figura 2A, de modo que os sinais de coleta de dados emitidos +S sejam emitidos a partir do emissor 46 dentro do campo de visão FOV do núcleo emissor/receptor 38.

[0033] Em várias modalidades, o dispositivo para coleta de dados 18 é montado no suporte aéreo 22 de modo que a faixa linear de movimento ROM, por exemplo,  $ROM_S$  ou  $ROM_P$ , seja substancialmente ortogonal nas fileiras de plantas 30 à medida que o dispositivo para coleta de dados 18 é movido ao longo das fileiras de plantas 30. De maneira adicional, cada oscilação do núcleo emissor/receptor 38 inclui uma varredura avançada do núcleo emissor/receptor ao longo da faixa linear de movimento a partir de  $-X$  to  $+X$ , por exemplo, a partir de  $-X_S$  to  $+X_S$  ou a partir de  $-X_P$  to  $+X_P$ , and uma varredura remota do núcleo emissor/receptor ao longo da faixa linear de movimento a partir de  $+X$  to  $-X$ , por exemplo, a partir de  $+X_S$  to  $-X_S$  ou a partir de  $+X_P$  to  $-X_P$ . Além disso, o dispositivo para coleta de dados 18 pode ser estruturado e operável para oscilar o núcleo emissor/receptor 38 através de qualquer faixa de movimento ROM desejada entre  $-X$  e  $+X$  para alcançar um campo de visão FOV de qualquer comprimento desejado L de modo que qualquer número desejado de fileiras de plantas 30 possa ser escaneado, ou seja, dentro do campo de visão FOV, durante cada varredura avançada e remota. Além disso, o dispositivo para coleta de dados 18 é estruturado e operável para oscilar o núcleo emissor/receptor entre  $-X$  e  $+X$  em uma velocidade bem rápida. Por exemplo, em várias modalidades, o dispositivo para coleta de dados 18 é estruturado e operável para oscilar o núcleo emissor/receptor entre  $-X$  e  $+X$  aproximadamente setenta e cinco vezes por segundo.

[0034] O dispositivo para coleta de dados 18 é estruturado e operável para emitir de maneira substancial e contínua os sinais de coleta de dados +S, por exemplo, sinais a laser, sinais eletromagnéticos ou sinais sônicos, a partir do emissor 46 quando o núcleo emis-

sor/receptor 38 oscila para trás e para frente ao longo da faixa de movimento ROM. Em várias modalidades, na qual o núcleo emissor/receptor 38 emite sinais a laser, o sistema de coleta de dados 18 pode compreender um sistema LIDAR (Detecção de Luz e Variação) e o núcleo emissor/receptor 38 pode incluir um ou mais filtros de luz (não mostrados) que filtra para fora a luz dos comprimentos de onda selecionados de modo que os sinais a laser emitidos tenham um comprimento de onda particular desejado. Os sinais de coleta de dados emitidos +S são direcionados para baixo em direção às plantas 30 e ao solo 26 ao longo do campo de visão FOV. Os sinais de coleta de dados emitidos +S são então refletidos a partir das superfícies superiores das várias estruturas da copa da planta ou do solo 26, e voltam para o receptor 50 como sinais de coleta de dados refletidos -S, onde eles são recebidos pelo receptor 50. Um dispositivo de processamento baseado em um computador 52 deriva dados escaneados (descritos abaixo) a partir dos sinais refletidos recebidos -S. Mais particularmente, o dispositivo de processamento 52 deriva e coleta os dados escaneados para cada respectiva varredura avançada e remota à medida que o TMDCS 10 se move ao longo dos corredores 28 no campo 34.

[0035] De modo geral, o dispositivo de processamento 52 executa várias funções de processamento de dados, a biometria da cultura e/ou programa de mapeamento tridimensional/execução de algoritmo, e todas as outras funções de computação descritas aqui. É previsível que o dispositivo de processamento 52 possa ser o dispositivo para coleta de dados 18, um dispositivo de computação separado conectado de maneira comunicativa no dispositivo para coleta de dados 18, ou uma combinação dos mesmos. O dispositivo de computação separado pode ser qualquer adequado dispositivo baseado em um computador, sistema ou rede que é montada localmente na plataforma móvel 14 ou localizada remotamente a partir da plataforma móvel 14.

[0036] Com referência às figuras 2A, 2B, 3 e 4, como descrito mais a seguir sobre a coleta dos dados escaneados para cada varredura avançada e remota, o dispositivo de processamento 52 converte os dados escaneados para cada respectiva varredura dentro de uma respectiva fração de dados bidimensionais 54 (mostrada na figura 3). Cada fração 54 é representativa de um respectivo perfil bidimensional de elevação do campo das plantas escaneadas 30 e da superfície do terreno 26 para cada respectiva varredura avançada ou remota. O dispositivo de processamento 52 então compila, ou combina todas as frações bidimensionais de dados 54 para gerar um mapa tridimensional do contorno do campo com alta resolução espacial 58 (mostrado na figura 5) que é o ilustrativo de um contorno agregado da visão superior tridimensional das plantas escaneadas 30 e da superfície do terreno que pode ser exibido em um dispositivo de exibição (por exemplo, a tela 78 descrita abaixo) do dispositivo de processamento 52. A partir do mapa tridimensional do contorno do campo com alta resolução espacial 58, o dispositivo de processamento 52 pode então extrair informações biométricas referentes às plantas 30 em cada uma ou mais fileiras selecionadas a partir das fileiras escaneadas das plantas 30, por exemplo, os dados sobre a altura da planta, os dados sobre a densidade da planta, os dados sobre o dossel da planta, os dados sobre a taxa de crescimento da planta, etc.

[0037] Em várias modalidades, nas quais cada fileira de plantas 30 compreende plantas do mesmo genótipo selecionado, e as plantas 30 em pelo menos uma das fileiras são de um genótipo diferente daquele das plantas 30 em pelo menos outra fileira de plantas 30 no campo, as informações biométricas extraídas podem ser utilizadas para determinar qual genótipo das plantas possui uma ou mais características particulares desejadas.

[0038] A figura 5 fornece um fluxograma 200 que ilustra um méto-

do para gerar as informações biométricas sobre a cultura nas condições do campo que usa o TMDCS 10, de acordo com várias modalidades da presente descrição. Inicialmente, o dispositivo para coleta de dados com características estruturais da planta 18 é ativado para iniciar a emissão e recepção dos sinais de coleta dos dados emitidos e recebidos +S e -S, e começar a oscilação do núcleo emissor/receptor 38, como descrito acima e indicado em 202. A seguir o dispositivo para coleta de dados com características estruturais da planta 18 escaneia as superfícies superiores das estruturas de copa das plantas 30 dentro do campo de visão FOV do núcleo emissor/receptor 38 durante cada varredura avançada e remota à medida que a plataforma móvel 14 se move através dos corredores 28 e longitudinalmente ao longo das fileiras de plantas 30 para coletar os dados escaneados, como indicado em 204 e 206.

[0039] Mais particularmente, o núcleo emissor/receptor 38 oscila ao longo da faixa linear de movimento ROM, por exemplo, ROM<sub>s</sub> ou ROM<sub>p</sub>, que é substancialmente ortogonal às fileiras de plantas 30 à medida que o dispositivo para coleta de dados 18 é movido ao longo das fileiras de plantas, através do movimento da plataforma móvel 14. Os sinais de coleta dos dados +S são emitidos de maneira contínua a partir do emissor 46 quando o núcleo emissor/receptor 38 oscila para trás e para frente. Subsequentemente, os sinais de coleta de dados emitidos +S são refletidos para fora das superfícies superiores das várias estruturas da copa da planta ou do solo 26 dentro do campo de visão FOV durante cada respectiva varredura avançada e remota do núcleo emissor/receptor 38. Os sinais de coleta de dados refletidos -S são então recebidos pelo receptor 50 durante cada respectiva varredura avançada e remota do núcleo emissor/receptor 38. Como descrito acima, os dados escaneados para cada varredura avançada e cada varredura remota são derivados a partir dos respectivos sinais de cole-

ta de dados refletidos -S recebidos. Em várias modalidades, os dados escaneados compreendem dados sobre o tempo de trajetória para cada um dos sinais de coleta dos dados +S/-S emitidos e recebidos pelo dispositivo para coleta de dados 18. Ou seja, o dispositivo de processamento 52 calcula o tempo que cada sinal +S emitido durante cada respectiva varredura avançada e remota leva para viajar do emissor 46 até a superfície superior das várias estruturas da copa da planta ou do solo 26, e em seguida, para ser devolvido ao receptor 50 como sinal refletido -S. Em tais modalidades, esse tempo de trajetória compreende os dados escaneados.

[0040] Depois que os dados escaneados, ou seja, os dados do tempo de trajetória do sinal forem calculados para cada sinal +S/-S emitido e recebido durante cada respectiva varredura avançada e remota, o dispositivo de processamento 52 converte os dados escaneados em coordenadas bidimensionais, por exemplo, coordenadas bidimensionais Cartesianas, como indicado em 208. Em várias modalidades, para converter os dados escaneados em coordenadas bidimensionais, o dispositivo de processamento 52 converte o tempo de trajetória de cada sinal de coleta de dados +S/-S emitido e recebido durante cada varredura avançada e remota em dados sobre a distância da trajetória. Os dados sobre a distância da trajetória são representativos de uma distância a partir do dispositivo para coleta de dados 18 cada sinal respectivo de coleta de dados +S percorrido antes de ser refletido a partir das várias estruturas da copa da planta ou da superfície superior do solo. O dispositivo de processamento 52 então converte os dados sobre a distância da trajetória de cada sinal de coleta de dados +S/-S emitidos e recebidos durante cada respectiva varredura avançada e remota em um conjunto de coordenadas bidimensionais localizadas dentro de um plano da respectiva varredura gerado pelos sinais de coleta dos dados emitidos durante a respectiva varredura avançada ou

remota.

[0041] Ou seja, cada varredura avançada define um plano de varredura dentro do qual cada um dos conjuntos de coordenadas bidimensionais gerados para cada um dos sinais +S/-S emitidos e recebidos durante a respectiva varredura avançada reside. De maneira similar, cada varredura remota define um plano de varredura dentro do qual cada um dos conjuntos de coordenadas bidimensionais gerados para cada um dos sinais +S/-S emitidos e recebidos durante a respectiva varredura remota reside. Além disso, todos os conjuntos de coordenadas bidimensionais dentro de cada plano respectivo de varredura compreendem uma pluralidade correspondente das frações de dados bidimensionais 54, nos quais cada uma das frações bidimensionais de dados 54 fornece um perfil respectivo bidimensional de elevação do campo, como descrito 10 acima.

[0042] Ao utilizar a pluralidade de frações bidimensionais de dados 54, o dispositivo de processamento 52 gera o mapa tridimensional do contorno do campo 58 que ilustra o contorno agregado da visão superior tridimensional das plantas escaneadas 30 no campo 34, como indicado em 210. Mais particularmente, o dispositivo de processamento 52 agrega ou combina todos os perfis de elevação do campo bidimensional da pluralidade de frações bidimensionais de dados para gerar o mapa agregado tridimensional do contorno do campo 58. Em várias modalidades, os dados escaneados são coletados e convertidos em frações bidimensionais de dados 54 que são representativas dos respectivos perfis bidimensionais de elevação do campo, e as frações bidimensionais de dados 54 são convertidas no o mapa tridimensional do contorno do campo 58 ilustrativo do contorno agregado do campo com vista superior tridimensional, em tempo real. Ou seja, os dados escaneados são coletados e as frações bidimensionais de dados 54 e o mapa tridimensional do contorno do campo 58 são gerados de ma-

neira substancial e contemporânea com o recebimento dos sinais refletidos -S pelo dispositivo para coleta de dados 18 à medida que o TMDCS 10 percorre o campo 34. Uma vez que o TMDCS 10 tenha atravessado o campo inteiro 34, e o mapa tridimensional do contorno do campo 58 tenha sido gerado campo inteiro 34, o dispositivo de processamento 52 pode extrair as informações biométricas da planta e/ou os dados a partir do mapa tridimensional do contorno do campo 58, como indicado em 212.

[0043] Agora com referência à figura 6, em várias modalidades, para extrair as informações biométricas e/ou os dados, o dispositivo de processamento 52 extrai a partir do mapa tridimensional do contorno do campo 58 um mapa tridimensional com os dados de contorno do dossel da cultura 62. O mapa tridimensional com os dados de contorno do dossel da cultura 62 é ilustrativo do contorno da vista superior tridimensional apenas das plantas 30 no campo 34, ausente o histórico da superfície do terreno 26, de maneira particular, o contorno da vista superior tridimensional de uma ou mais fileiras selecionadas da planta, ausente o histórico da superfície do terreno 26. Ao utilizar o mapa do contorno tridimensional extraído do dossel da cultura 62, o dispositivo de processamento 52 pode calcular vários dados biométricos referentes a plantas individuais 30, as fileiras individuais das plantas 30 ou a cultura das plantas consistem nas fileiras selecionadas. Por exemplo, utilizando o mapa do contorno tridimensional extraído do dossel da cultura 62, o dispositivo de processamento 52 pode identificar a localização de cada planta 30 em uma ou mais fileiras selecionadas dentro do campo escaneado 34 e determinar várias dimensões espaciais da copa para cada respectiva planta 30 e do dossel da cultura das fileiras selecionadas.

[0044] Mais particularmente, utilizando o mapa do contorno tridimensional extraído do dossel da cultura 62, o dispositivo de proces-

samento 52 pode identificar picos nos dados tridimensionais sobre o contorno do dossel da cultura, indicativos da localização de cada respectiva planta 30. Utilizando os picos identificados, o dispositivo de processamento 52 pode calcular a altura total, em relação à superfície do terreno 26 de cada planta 30 e/ou vários componentes da copa de cada planta 30 nas fileiras selecionadas. De maneira adicional, utilizando o mapa do contorno tridimensional extraído do dossel da cultura 62, o dispositivo de processamento 52 pode calcular os dados sobre a densidade da planta para cada uma das fileiras selecionadas das plantas, ou seja, o número de plantas viáveis em cada respectiva fileira selecionada a partir das plantas. Além disso, utilizando o mapa do contorno tridimensional extraído do dossel da cultura 62, o dispositivo de processamento 52 pode calcular os dados sobre o dossel da planta para cada uma das fileiras selecionadas das plantas, ou seja, o volume cumulativo das copas das plantas 30 que compreendem cada respectiva fileira de plantas 30. Ainda, utilizando uma pluralidade do mapa do contorno tridimensional extraído do dossel da cultura 62 aquisições geradas em vários momentos através do crescimento das plantas 30, o crescimento das plantas 30 em cada uma das fileiras selecionadas e o cálculo das curvas correspondentes de crescimento para as plantas 30 pode ser monitorado.

[0045] Com referência às figuras 7A e 7B, em várias modalidades, o dispositivo para coleta de dados com características estruturais da planta 18 pode compreender uma câmera digital tridimensional 59 montada de maneira fixa no suporte aéreo 22. Em geral, a câmera digital tridimensional 59 inclui lentes 60 operativamente acopladas em uma unidade de processamento de sinal 61 e são estruturadas e operáveis para receber de maneira seletiva, através das lentes 60, os sinais de coleta de dados -A que são refletidos a partir das plantas 30 e do solo 26. Mais particularmente, sinais da luz ambiente +A, por

exemplo, os sinais da luz solar são direcionados para baixo em direção às plantas 30 e ao solo 26 dentro de um campo de visão FOV das lentes 60. Os sinais da luz ambiente +A são então refletidos a partir das superfícies superiores das várias estruturas da copa da planta ou do solo 26 dentro do FOV das lentes 60 de volta para as lentes 60. O dispositivo de processamento baseado em um computador 52 então deriva dados de imagem (descritos abaixo) a partir dos sinais refletidos recebidos -A. Como descrito acima, o dispositivo de processamento 52 executa as várias funções de processamento de dados, a biometria da cultura e/ou programa de mapeamento tridimensional/execução de algoritmo, e todas as outras funções de computação descritas aqui. É previsível que o dispositivo de processamento 52 possa compreender uma câmera digital tridimensional 59, um dispositivo de computação separado conectado de maneira comunicativa à câmera digital tridimensional 59, ou uma combinação dos mesmos. Como também descrito acima, o dispositivo de computação separado pode ser qualquer dispositivo adequado baseado em um computador, sistema ou rede que seja montado de maneira local na plataforma móvel 14 ou localizado remotamente a partir da plataforma móvel 14.

[0046] Com referência às figuras 7A, 7B, e 7C, à medida que o TMDCS 10 se move ao longo dos corredores 28 no campo 34, a câmera digital tridimensional 59 captura os sinais refletidos -A dentro do campo de visão FOV das lentes 60 em um intervalo selecionado. Por exemplo, em várias modalidades, a câmera digital tridimensional 59 pode capturar um conjunto de sinais refletidos -A dentro do campo de visão FOV das lentes 60 a uma taxa a cada dois segundos. À medida que cada conjunto de sinais refletidos -A são coletados, o dispositivo de processamento 52 converte os respectivos sinais refletidos -A capturados em dados escaneados na forma de uma respectiva imagem tridimensional refletida IR das superfícies superiores das várias estru-

turas da copa da planta ou do solo 26 dentro do campo de visão FOV das lentes 60. A figura 7C ilustra quatro conjuntos de sinais refletidos capturados -A que foram convertidos em dados escaneados na forma de respectivas imagens tridimensionais refletidas IR1, IR2, IR3 e IR4. Como mostrado na figura 7C, em várias modalidades, o campo de visão FOV para os vários conjuntos de sinais refletidos capturados -A pode se sobrepor de modo que as respectivas imagens tridimensionais refletidas IR1, IR2, IR3 e IR4 incluam sobrepor os dados.

[0047] Cada imagem tridimensional refletida IR é representativa de um respectivo perfil tridimensional da elevação do campo das plantas escaneadas 30 e da superfície do terreno 26 dentro do campo de visão FOV das lentes 60 no momento em que a câmera digital tridimensional 59 captura cada respectivo conjunto de sinais refletidos +A. O dispositivo de processamento 52 então agrega, adiciona ou combina todas as imagens tridimensionais refletidas IR, para gerar um mapa tridimensional do contorno do campo com alta resolução espacial 64, ou seja, o ilustrativo de um contorno agregado da visão superior tridimensional das plantas escaneadas 30 e da superfície do terreno que pode ser exibido em um dispositivo de exibição (por exemplo, tela 78 descrita abaixo) do dispositivo de processamento 52. A partir do mapa tridimensional do contorno do campo com alta resolução espacial 64, o dispositivo de processamento 52 pode então extrair as informações biométricas referentes às plantas 30 em cada uma ou mais fileiras selecionadas das fileiras escaneadas das plantas 30, por exemplo, os dados sobre a altura da planta, os dados sobre a densidade da planta, os dados sobre o dossel da planta, os dados sobre a taxa de crescimento da planta, etc.

[0048] Como descrito acima, em várias modalidades, nas quais cada fileira de plantas 30 compreende plantas do mesmo genótipo selecionado, e as plantas 30 em pelo menos uma das fileiras são de um

genótipo diferente daquele das plantas 30 em pelo menos outra fileira de plantas 30 no campo, as informações biométricas extraídas podem ser utilizadas para determinar qual genótipo das plantas possui uma ou mais características particulares desejadas.

[0049] A figura 8 fornece um fluxograma 300 que ilustra um método para gerar as informações biométricas sobre a cultura nas condições do campo que usa o TMDCS 10, de acordo com as várias modalidades da presente descrição nas quais o dispositivo para coleta de dados com características estruturais da planta 18 compreende a câmera digital tridimensional 59. Primeiro, o dispositivo de processamento 52 e a câmera digital tridimensional 59 são inicializados ou ativados para permitir a captura dos vários conjuntos de sinais refletidos -A dentro do campo de visão FOV das lentes 60 em um intervalo selecionado, como descrito acima e indicado em 302. Em seguida, a câmera digital tridimensional 59 e o dispositivo de processamento 52 começam a capturar os conjuntos de sinais refletidos -A dentro do campo de visão FOV das lentes 60 em um intervalo selecionado à medida que a plataforma móvel 14 se move pelos corredores 28 e longitudinalmente ao longo das fileiras de plantas 30, como indicado em 304 e 306.

[0050] Subseqüentemente, o dispositivo de processamento 52 e/ou a câmera digital tridimensional 59 converte cada conjunto de sinais refletidos -A capturado em uma respectiva imagem tridimensional refletida IR, como indicado em 308. Utilizando a pluralidade de imagens tridimensionais refletidas IR, o dispositivo de processamento 52 gera o mapa tridimensional do contorno do campo 64 que ilustra o contorno agregado da visão superior tridimensional das plantas escaneadas 30 no campo 34, como indicado em 310. Uma vez que o TMDCS 10 tenha atravessado o campo inteiro 34, e o mapa tridimensional do contorno do campo 64 tenha sido gerado para o campo inteiro 34, o dispositivo de processamento 52 pode extrair informações bi-

ométricas da planta e/ou os dados a partir do mapa tridimensional do contorno do campo 64, como indicado em 312.

[0051] Mais particularmente, o dispositivo de processamento 52 agrega, adiciona ou combina todas as imagens tridimensionais refletidas IR para gerar o mapa agregado tridimensional do contorno do campo 64. Em várias modalidades, os vários conjuntos de sinais refletidos -A são capturados e convertidos em imagens tridimensionais refletidas IR, e as imagens tridimensionais refletidas IR são convertidas no mapa tridimensional do contorno do campo 64, em tempo real, à medida que o TMDCS 10 percorre o campo 34.

[0052] Referindo-se novamente à figura 6, como descrito acima, em várias modalidades, para extrair as informações biométricas e/ou os dados, o dispositivo de processamento 52 extrai do mapa tridimensional do contorno do campo, por exemplo, o mapa tridimensional do contorno do campo 58 ou 64, um mapa tridimensional com os dados de contorno do dossel da cultura 62. O mapa tridimensional com os dados do contorno do dossel da cultura 62 é ilustrativo do contorno da vista superior tridimensional apenas das plantas 30 no campo 34, ausente o histórico da superfície do terreno 26, de maneira particular, o contorno da vista superior tridimensional de uma ou mais fileiras selecionadas das plantas 30, ausente o histórico da superfície do terreno 26. Utilizando o mapa do contorno tridimensional extraído do dossel da cultura 62, o dispositivo de processamento 52 pode calcular vários dados biométricos referentes à plantas individuais 30, as fileiras individuais das plantas 30 ou a cultura das plantas que consistem nas fileiras selecionadas. Por exemplo, utilizando o mapa do contorno tridimensional extraído do dossel da cultura 62, o dispositivo de processamento 52 pode identificar a localização de cada planta 30 em uma ou mais fileiras selecionadas dentro do campo escaneado 34 e determinar várias dimensões espaciais da copa para cada respectiva planta 30 e

para cada dossel da cultura das fileiras selecionadas.

[0053] Mais particularmente, utilizando o mapa do contorno tridimensional extraído do dossel da cultura 62, o dispositivo de processamento 52 pode identificar picos nos dados tridimensionais sobre o contorno do dossel da cultura indicativos da localização de cada respectiva planta 30. Utilizando os picos identificados, o dispositivo de processamento 52 pode calcular a altura total, em relação à superfície do terreno 26, de cada planta 30 e/ou vários componentes da copa de cada planta 30 nas fileiras selecionadas. De maneira adicional, utilizando o mapa do contorno tridimensional extraído do dossel da cultura 62, o dispositivo de processamento 52 pode calcular os dados sobre a densidade da planta para cada uma das fileiras selecionadas das plantas, ou seja, o número de plantas viáveis em cada respectiva fileira selecionada das plantas. Além disso, utilizando o mapa do contorno tridimensional extraído do dossel da cultura 62, o dispositivo de processamento 52 pode calcular os dados sobre o dossel da planta para cada uma das fileiras selecionadas das plantas, ou seja, o volume cumulativo das copas das plantas 30 que compreende cada respectiva fileira de plantas 30. Ainda utilizando uma pluralidade do mapa do contorno tridimensional extraído do dossel da cultura 62 aquisições geradas em vários momentos através do crescimento das plantas 30, o crescimento das plantas 30 em cada uma das fileiras selecionadas e o cálculo das curvas correspondentes de crescimento curves para as plantas 30 pode ser monitorado.

[0054] Agora com referência à figura 9, como descrito acima, o dispositivo de processamento 52 pode ser o dispositivo para coleta de dados 18 (por exemplo, qualquer dispositivo para coleta de dados 18 descrito aqui), um dispositivo de computação separado conectado de maneira comunicativa ao dispositivo para coleta de dados 18, ou uma combinação dos mesmos. Em várias modalidades, o dispositivo de

processamento 52 pode incluir pelo menos um processador 70 adequado para executar todas as funções do dispositivo de processamento 52 e controlar de maneira automática ou robótica a operação do TMDCS 10, como descrito aqui. O dispositivo de processamento 52 de maneira adicional inclui pelo menos um dispositivo eletrônico de armazenamento 74 que compreende um meio de suporte informático, tal como um disco rígido ou qualquer outro dispositivo eletrônico de armazenamento de dados para armazenar tais coisas como pacotes de software ou programas, algoritmos e informações digitais, os dados, tabelas para consulta, planilhas e banco de dados. Além disso, em várias implementações, o dispositivo de processamento 52 pode incluir uma tela 78 para exibir tais coisas como informações, dados e/ou representações gráficas e pelo menos um dispositivo de interface para usuário 82, tal como um teclado, mouse, caneta de toque, e/ou uma tela de toque interativa na tela 78. Em várias modalidades, o dispositivo de processamento 52 ainda pode incluir um leitor removível de mídia 86 para ler as informações e os dados e/ou digitar informações e dados no meio de armazenamento eletrônico removível tal como disquetes convencionais, discos compactos, DVDs, discos zipados, pen drives ou qualquer outro meio de armazenamento eletrônico legível removível e portátil. Em várias modalidades, o leitor removível de mídia 86 pode ser uma porta I/O do dispositivo de processamento 52 utilizado para ler dispositivos de memória externa ou periférica tais como flash drives ou discos rígidos externos.

[0055] Em várias modalidades, o dispositivo de processamento 52 pode ser conectado de maneira comunicativo a uma rede com servidor remoto 90, por exemplo, uma rede de área local (LAN) ou uma rede de área ampla (WAN), através de uma conexão com fio ou sem fio. Conseqüentemente, o dispositivo de processamento 52 pode se comunicar com a rede com servidor remoto 90 para atualizar e/ou fazer o down-

load de dados, informações, algoritmos, programas de software, e/ou receber comandos operacionais. De maneira adicional, em várias modalidades, o dispositivo de processamento 52 pode ser estruturado e operável para acessar a Internet e atualizar e/ou fazer o download de dados, informações, algoritmos, programas de software, etc., para e a partir de sites da Internet e servidores da rede.

[0056] Em várias modalidades, o dispositivo de processamento 52 pode incluir um ou mais algoritmos de controle do sistema, ou programas 94, armazenados no o dispositivo de armazenamento 74 e executados pelo processador 70. Por exemplo, a biometria da cultura e/ou programa de mapeamento tridimensional /algoritmos. Um ou mais algoritmos de controle do sistema geram o mapa tridimensional do contorno do campo com alta resolução espacial 58/64, como descrito acima. A execução de um ou mais algoritmos de controle do sistema e em seguida a extração dos dados de contorno do dossel a partir do mapa tridimensional do contorno do campo com alta resolução espacial 58/64 e geração do mapa dos dados de contorno do dossel 62 de uma ou mais fileiras selecionadas das plantas 30, como descrito acima.

[0057] Como descrito aqui, o dispositivo de processamento 52 gera o mapa tridimensional do contorno do campo 58/64 com alta resolução espacial. Ou seja, o mapa tridimensional do contorno do campo 58/64 gerado pelo dispositivo de processamento 52 fornece uma imagem tridimensional com vista superior dos dados da localização real de cada planta 30 em cada fileira, e o tamanho e o formato real (por exemplo, o formato assimétrico), densidade e volume das copas da planta individual e o dossel total das plantas em cada um das fileiras selecionadas. De maneira adicional, o mapa tridimensional do contorno do campo 58/64 gerado pelo dispositivo de processamento fornece uma imagem tridimensional dos dados das reais diferenças da altura

vertical para os vários componentes da copa para cada planta 30. Em várias modalidades, o dispositivo de processamento 52, como descrito aqui, é capaz de gerar o mapa tridimensional do contorno do campo 58/64 e calcular os vários dados biométricos, ou seja, os vários cálculos da planta, com uma precisão de aproximadamente mais ou menos um milímetro.

[0058] Os dados biométricos extraídos podem ser usados para análise e cultivo da cultura, por exemplo, seja sozinha ou em combinação com outras análises como parte de um programa automatizado a identificação fenotípica e seleção das plantas que possuam uma ou mais características desejadas. Em particular, os dados biométricos extraídos podem ser analisados para selecionar diferentes genótipos que exibam características desejadas, tais como rendimento maior e/ou densidade de cultura maior, como parte de um programa de cultivo da planta.

[0059] Em várias modalidades, o TMDCS 10 pode incluir um dispositivo com sensor de posição global (GPS) 66 (mostrado na figura 1A) operável para rastrear a localização de cada pluralidade de campos 34 para a qual os dados biométricos são derivados usando o TMDCS 10, como descrito acima. De maneira adicional, o TMDCS 10 é estruturado para ser operável em todas as condições climáticas devido ao fato de que o dispositivo para coleta de dados 18 é posicionado em grande proximidade das plantas 30, como descrito acima. Além disso, nas várias modalidades nas quais o dispositivo para coleta de dados com características estruturais da planta 18 compreende a câmera digital tridimensional 59, o sensor GPS pode ser integrado ou conectado operativamente à câmera digital tridimensional 59 de modo que operação da câmera digital tridimensional 59 em um intervalo selecionado, como descrito acima, possa ser controlada através do sensor GPS. Em tais modalidades, os intervalos selecionados podem ser

uma distância específica da trajetória do TMDCS 10 ao longo dos respectivos corredores de planta 28. Consequentemente, o dispositivo GPS 66 pode monitorar a trajetória do TMDCS 10 ao longo dos respectivos corredores de planta 28 e acionar a coleta dos vários conjuntos de sinais refletidos -A em um intervalo selecionado, por exemplo, a cada 5 pés da trajetória ao longo dos corredores de planta 28.

[0060] A presente descrição é, por natureza, meramente exemplar e, portanto, variações que não se afastem da essência descrita são julgadas como estando dentro do escopo da invenção. Tais variações são consideradas como ponto de partida do espírito e escopo da presente invenção.

## REIVINDICAÇÕES

1. Sistema para gerar informações biométricas sobre a cultura nas condições do campo, caracterizado pelo fato de que o dito sistema (10) compreende:

um dispositivo para coleta de dados (18) posicionado, através de um suporte aéreo (22) do sistema (10), a uma altura que é maior do que a altura de todas as plantas (30) dentro de um campo (34) das plantas (30) que compreende uma pluralidade de fileiras de plantas (30);

uma plataforma móvel (14) estruturada e operável para mover o dispositivo para coleta de dados (18) ao longo das fileiras de plantas (30) no campo (34) com o dispositivo para coleta de dados (18) permanecendo acima das plantas (30); e

um dispositivo de processamento (52).

2. Sistema, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o dispositivo para coleta de dados compreende um dispositivo de varredura a laser, um dispositivo de varredura eletromagnético e uma varredura sônica.

3. Sistema, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o dispositivo para coleta de dados que compreende uma câmera digital tridimensional.

4. Método para gerar as informações biométricas sobre a cultura nas condições do campo usando um sistema móvel e terrestre para coleta de dados (10), caracterizado pelo fato de que compreende:

posicionar um dispositivo para coleta de dados (18) do sistema terrestre e móvel de coleta de dados (10) a uma altura que é maior do que a altura de todas as plantas 30 dentro de um campo (34) das plantas (30) que compreende uma pluralidade de fileiras de plantas (30);

mover o dispositivo para coleta de dados (18) ao longo das

fileiras de plantas (30) no campo (34), através de uma plataforma móvel (14) do sistema móvel e terrestre para coleta de dados (10), com o dispositivo para coleta de dados (18) permanecendo acima as plantas (30);

escanear as superfícies superiores das várias estruturas da copa da planta das plantas (30) em uma ou mais fileiras e a superfície do terreno (26) a partir do qual as respectivas plantas (30) estão crescendo, através do dispositivo para coleta de dados (18), para coletar dados escaneados à medida que o dispositivo para coleta de dados (18) é movido ao longo das fileiras de plantas (30), as estruturas da copa de cada planta (30) que compreendem um dossel de cada respectiva planta (30);

converter os dados escaneados em um mapa tridimensional do contorno do campo com alta resolução espacial (58/64) que ilustra um contorno agregado do campo tridimensional das plantas escaneadas (30) e da superfície do terreno (26), através de um dispositivo de processamento (52) do sistema móvel e terrestre para coleta de dados (10); e

extrair, a partir do mapa tridimensional do contorno do campo com alta resolução espacial (58/64), informações biométricas referentes às plantas em cada uma ou mais fileiras selecionadas das fileiras escaneadas das plantas.

5. Método, de acordo com a reivindicação 4, caracterizado pelo fato de que cada fileira compreende plantas com um genótipo selecionado e o genótipo das plantas em uma ou mais das fileiras é diferente do genótipo das plantas em uma ou mais das outras fileiras, e em que o método compreende ainda utilizar as informações biométricas extraídas para determinar qual genótipo das plantas possui características particulares desejadas.

6. Método, de acordo com a reivindicação 4, caracterizado

pelo fato de que extrair informações biométricas compreende extrair os dados sobre a altura da planta, referentes a cada uma das plantas em cada uma ou mais fileiras selecionadas das plantas a partir do mapa tridimensional do contorno do campo com alta resolução espacial.

7. Método, de acordo com a reivindicação 4, caracterizado pelo fato de que extrair informações biométricas compreende extrair os dados sobre a densidade da planta, referentes a cada uma ou mais fileiras selecionadas ou plantas a partir do mapa tridimensional do contorno do campo com alta resolução espacial.

8. Método, de acordo com a reivindicação 4, caracterizado pelo fato de que extrair informações biométricas compreende extrair os dados sobre o dossel da planta, referentes às plantas em cada uma ou mais fileiras selecionadas das plantas a partir do mapa tridimensional do contorno do campo com alta resolução espacial.

9. Método, de acordo com a reivindicação 4, caracterizado pelo fato de que escanear as superfícies superiores das várias estruturas da copa da planta compreende:

oscilar um núcleo emissor/receptor do dispositivo para coleta de dados ao longo de uma faixa linear de movimento ou seja ortogonal às fileiras de plantas à medida que o dispositivo para coleta de dados é movido ao longo das fileiras de plantas, em que cada oscilação inclui uma varredura avançada do núcleo emissor/receptor ao longo da faixa linear de movimento e uma varredura remota do núcleo emissor/receptor ao longo da faixa linear de movimento;

emitir de maneira contínua os sinais de coleta de dados a partir de um emissor do núcleo emissor/receptor à medida que o núcleo emissor/receptor oscila para trás e para frente ao longo da faixa de movimento e o dispositivo para coleta de dados é movido ao longo das fileiras de plantas;

receber, em um receptor do núcleo emissor/receptor, os si-

nais de coleta de dados refletidos emitidos a partir das superfícies superiores das várias estruturas de copa das plantas ou do solo a partir da quais as plantas estão crescendo; e

derivar os dados escaneados a partir dos sinais de coleta dos dados refletidos recebidos, para cada varredura avançada e remota à media que o dispositivo de varredura da coleta dos dados é movido ao longo das fileiras de plantas.

10. Método, de acordo com a reivindicação 9, caracterizado pelo fato de que o dispositivo para coleta de dados compreende um dispositivo de varredura a laser, um dispositivo de varredura eletromagnético e um dispositivo de varredura sônico, e em que emitir de maneira contínua os sinais de coleta de dados compreende emitir de maneira contínua um dos respectivos sinais a laser, sinais eletromagnéticos e sinais sônicos.

11. Método, de acordo com a reivindicação 9, caracterizado pelo fato de que converter os dados escaneados em um mapa tridimensional do contorno do campo com alta resolução espacial compreende:

converter os dados escaneados derivados a partir dos sinais de coleta dos dados refletidos recebidos para cada varredura avançada e remota em uma pluralidade de frações bidimensionais dos dados, através do dispositivo de processamento, cada fração representativa de um respectivo perfil bidimensional de elevação do campo das plantas escaneadas e da superfície do terreno a partir do qual as plantas estão crescendo;

e gerar o mapa tridimensional do contorno do campo com alta resolução espacial utilizando a pluralidade de frações bidimensionais dos dados.

12. Método, de acordo com a reivindicação 11, caracterizado pelo fato de que converter os dados escaneados em uma pluralida-

de de frações bidimensionais de dados compreende:

calcular um tempo de trajetória do sinal da coleta de dados do emissor ao receptor de cada sinal de coleta de dados emitido durante cada respectiva varredura avançada e remota.

converter o tempo de trajetória do sinal da coleta de dados de cada sinal de coleta de dados emitido durante cada varredura avançada e remota em dados sobre a distância do sinal de coleta de dados da trajetória representativo de uma distância a partir do dispositivo para coleta de dados cada respectivo sinal de coleta de dados percorrido antes de ser refletido a partir das superfícies superiores das várias estruturas da copa da planta ou do solo; e

converter a distância de trajetória do sinal de coleta de dados de cada sinal de coleta de dados emitido durante cada respectiva varredura avançada e remota em um conjunto de coordenadas bidimensionais localizado dentro de um plano de varredura gerado pelos sinais de coleta dos dados emitidos durante a respectiva varredura avançada ou remota, todos os conjuntos de coordenadas bidimensionais dentro de cada respectivo plano de varredura que compreende uma pluralidade correspondente das frações bidimensionais dos dados, e cada uma das frações bidimensionais de dados que fornece um respectivo perfil bidimensional de elevação do campo.

13. Método, de acordo com a reivindicação 4, caracterizado pelo fato de que escanear as superfícies superiores das várias estruturas da copa da planta compreende capturar através de uma câmera digital tridimensional, uma pluralidade de conjuntos de sinais de luz refletidos a partir das superfícies superiores das várias estruturas da copa da planta ou do solo dentro de um campo de visão das lentes da câmera digital tridimensional, os conjuntos de sinais de luz capturados em um intervalo selecionado à medida que a câmera digital tridimensional é movida ao longo das fileiras de plantas.

14. Método, de acordo com a reivindicação 13, caracterizado pelo fato de que converter os dados escaneados em um mapa tridimensional do contorno do campo com alta resolução espacial compreende derivar os dados escaneados a partir dos sinais de luz refletidos capturados, na forma de uma pluralidade de imagens tridimensionais refletidas das superfícies superiores das várias estruturas da copa da planta ou do solo dentro do campo de visão das lentes da câmera digital tridimensional; e gerar o mapa tridimensional do contorno do campo com alta resolução espacial utilizando a pluralidade de frações bidimensionais dos dados.

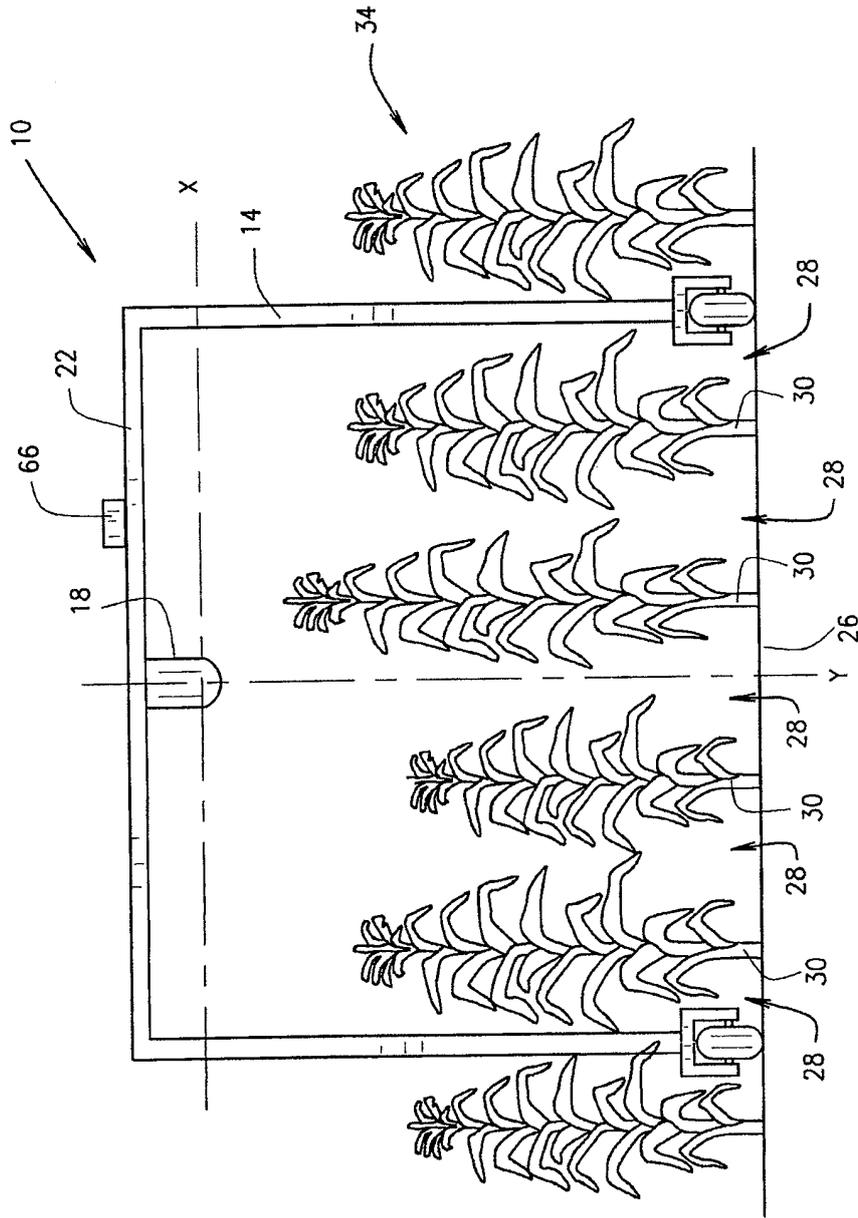


FIG. 1A

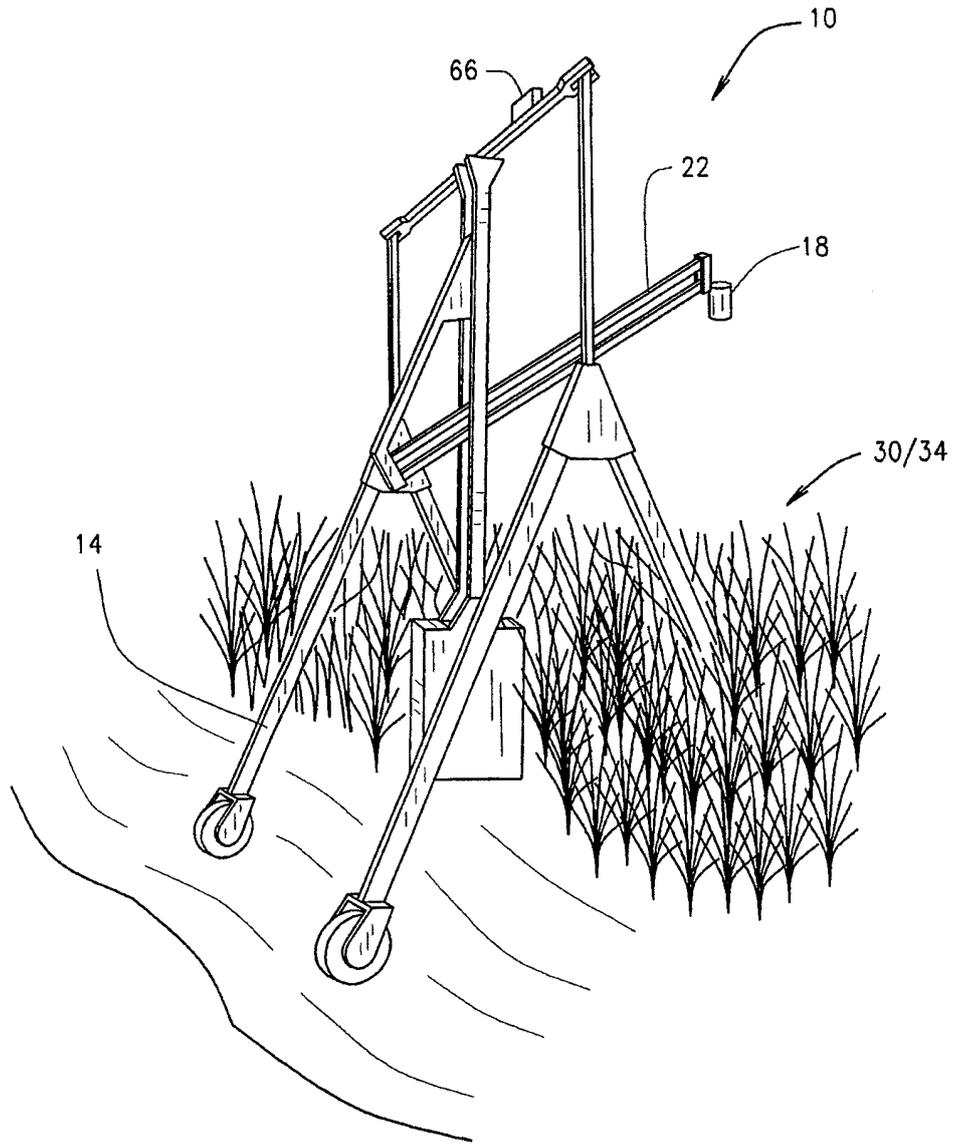


FIG. 1B

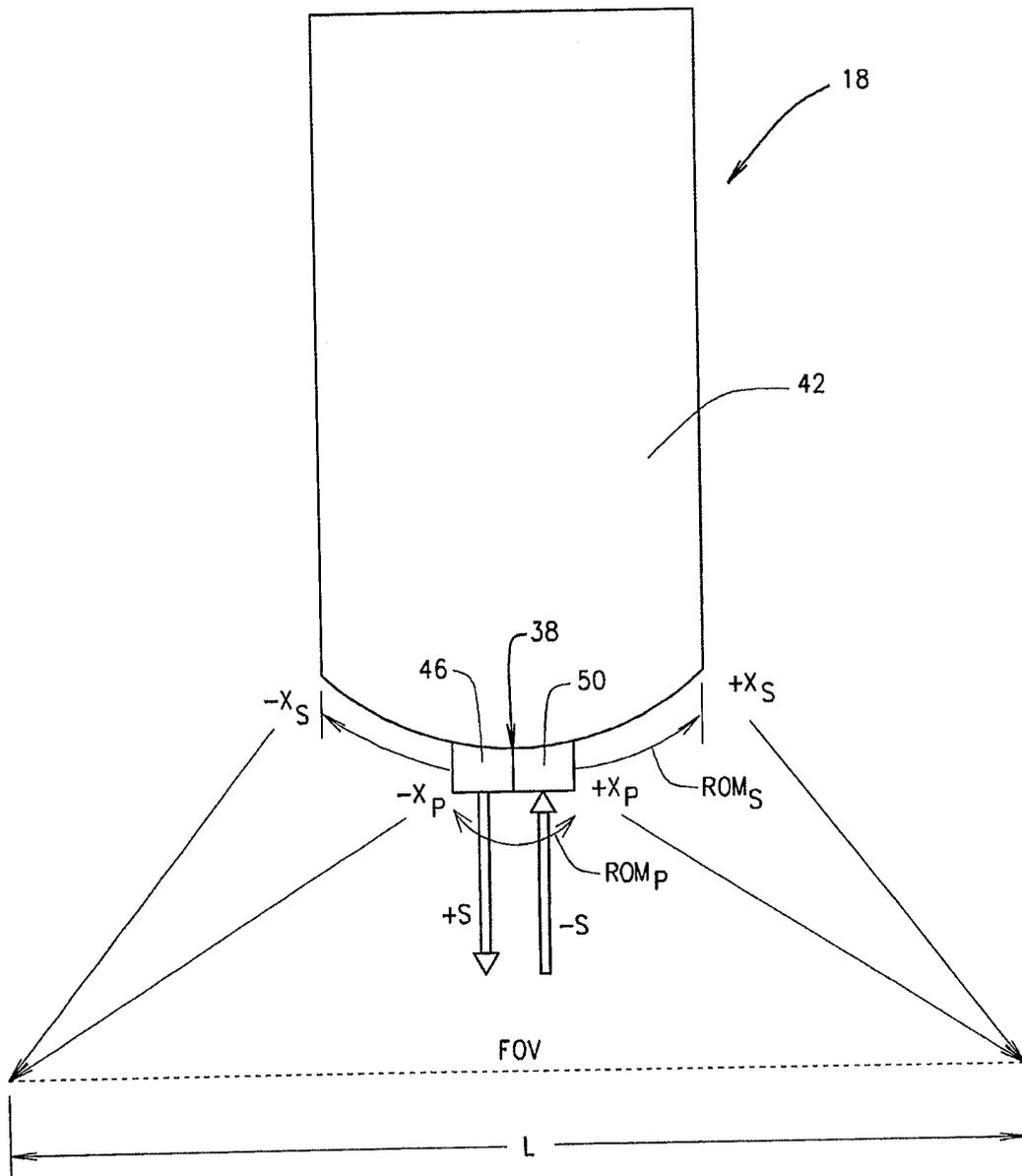


FIG. 2A

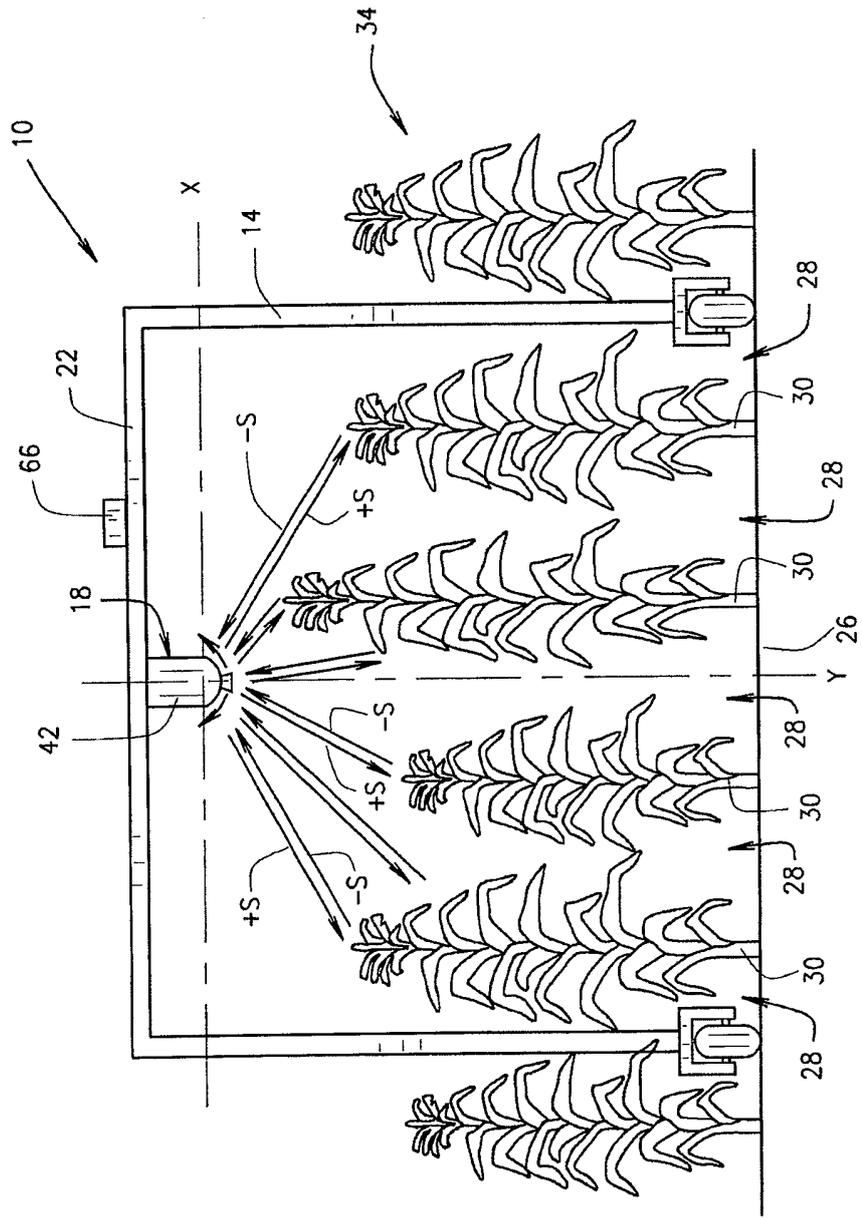


FIG. 2B

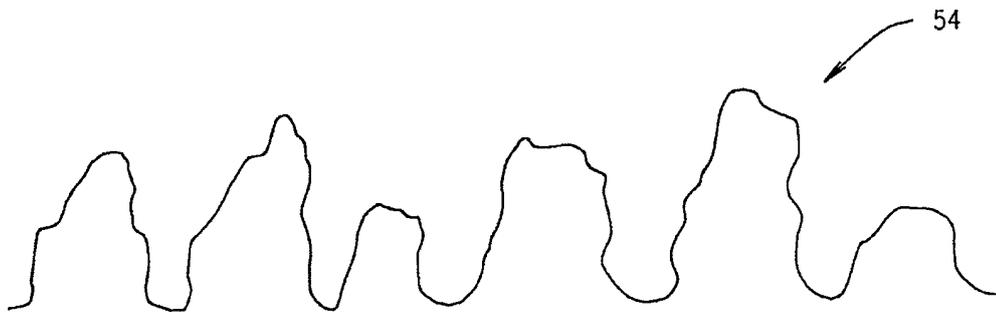


FIG. 3

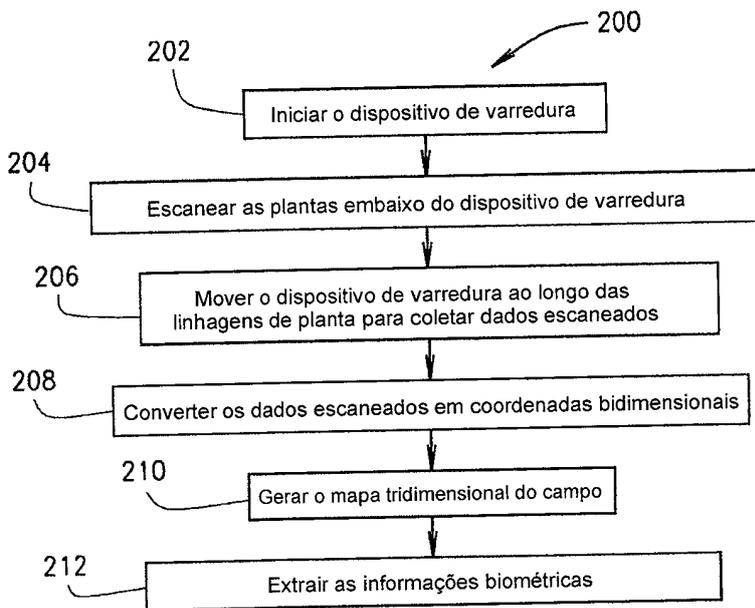


FIG. 5

6/12

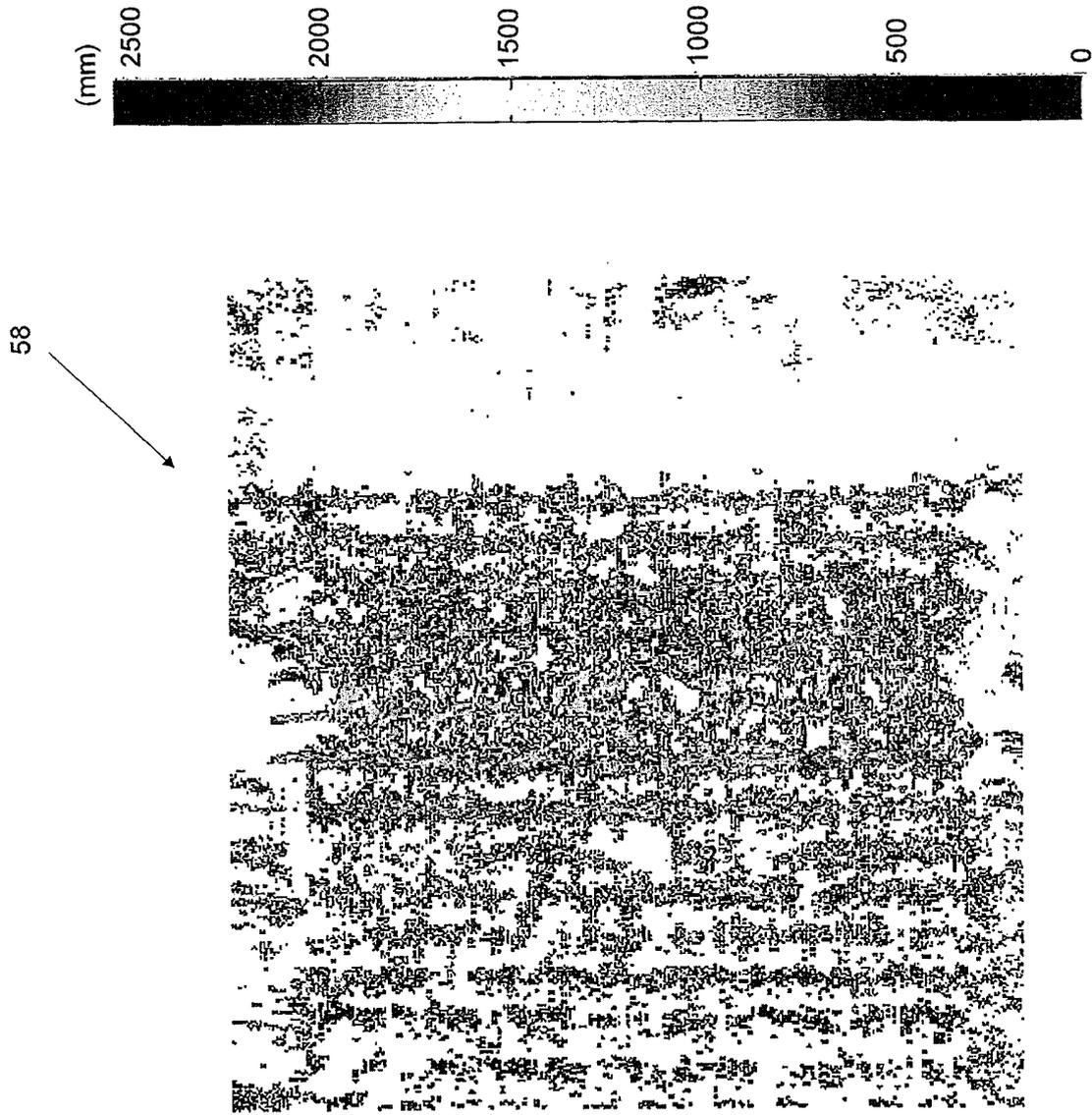


FIG. 4

62

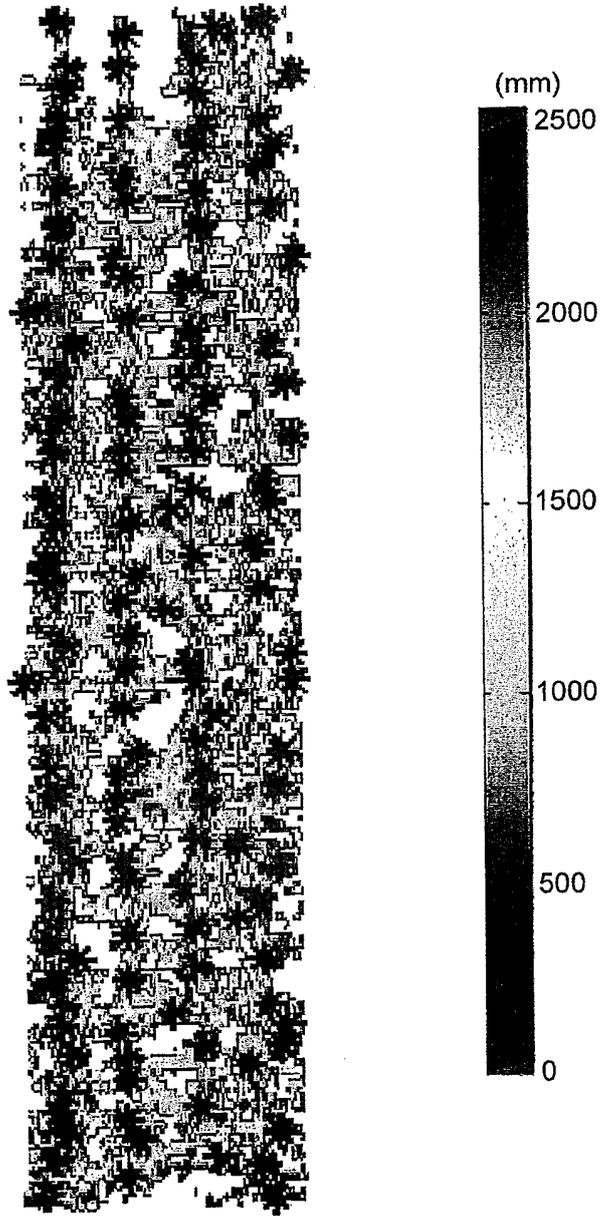


FIG. 6

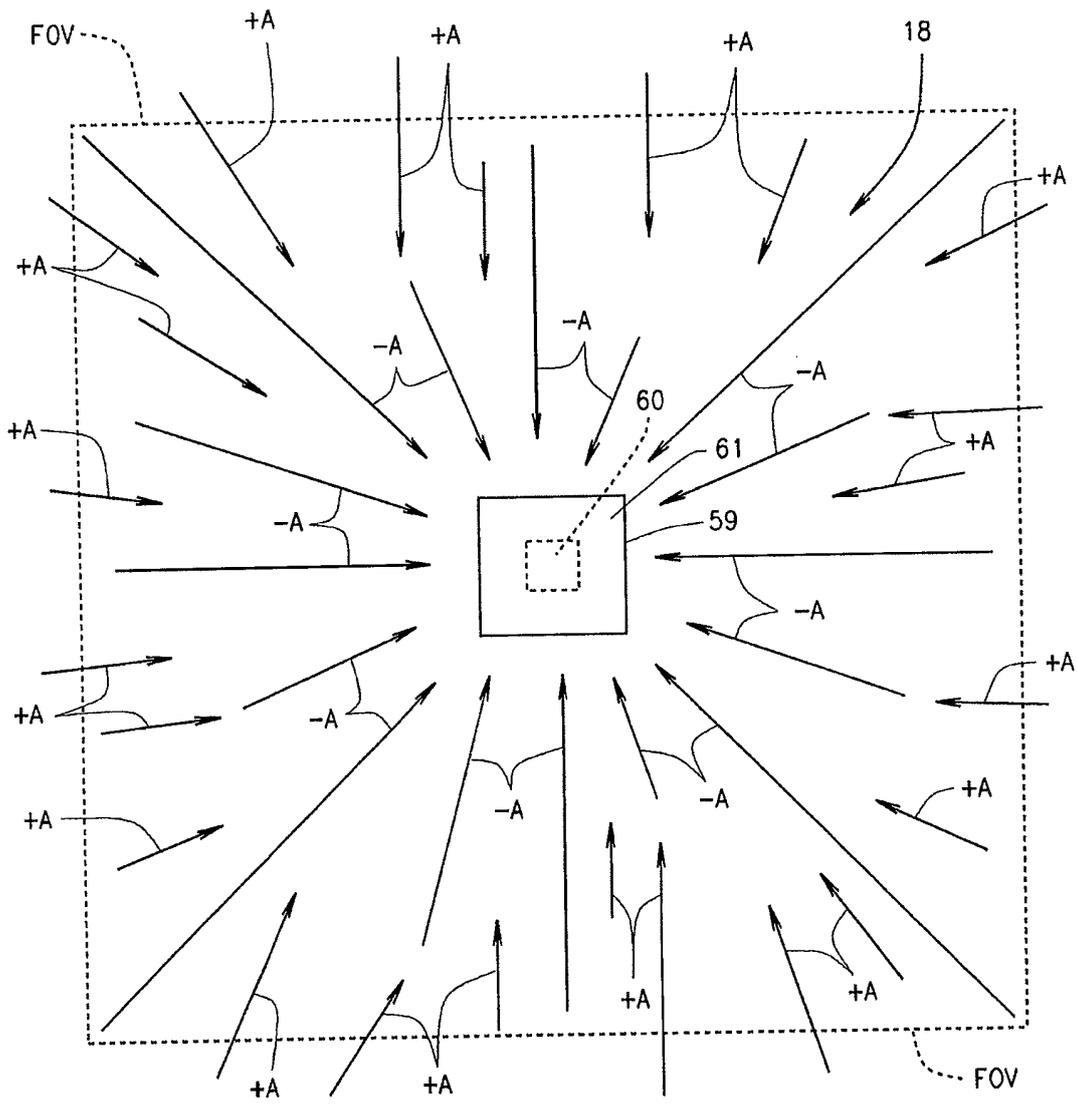


FIG. 7A

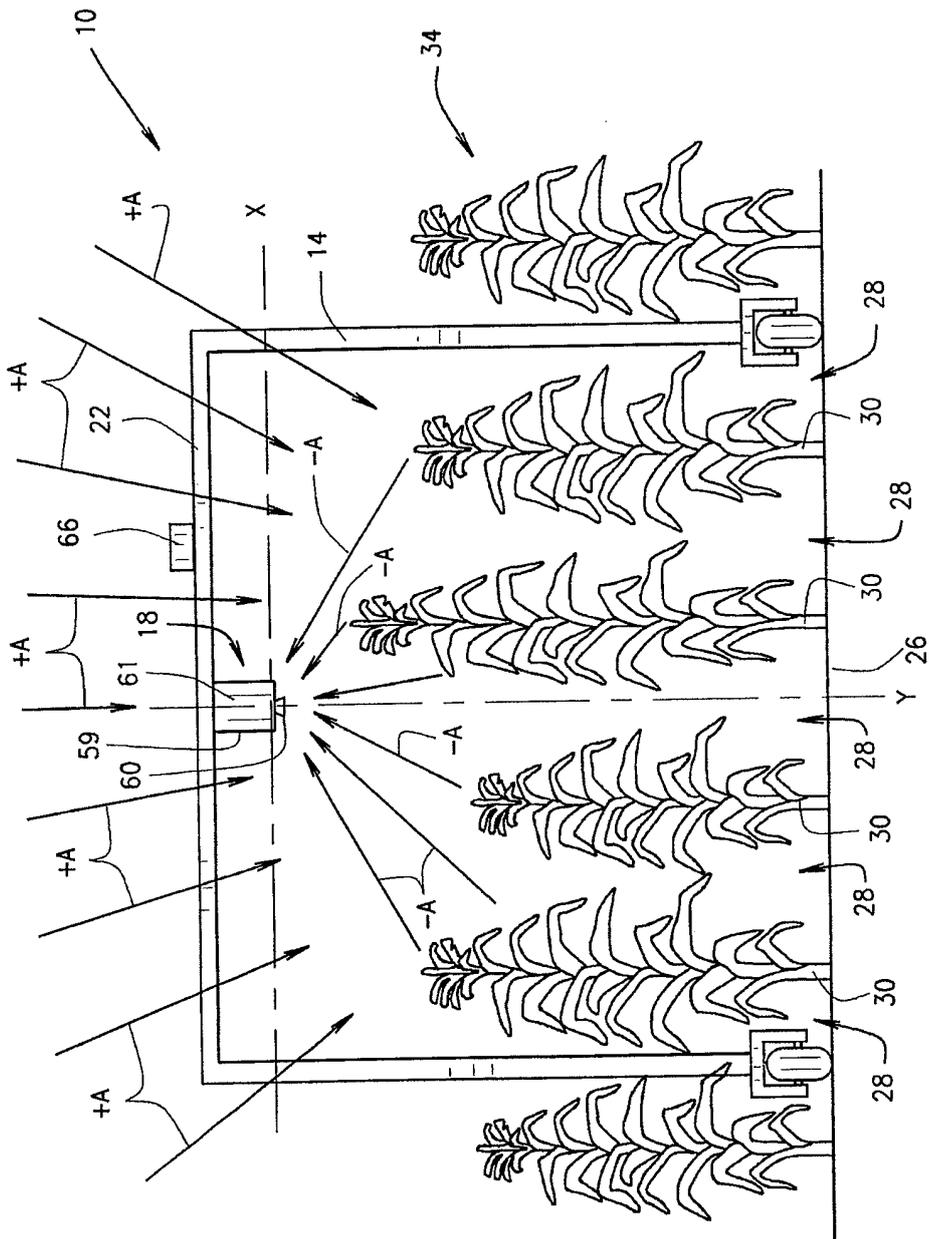


FIG. 7B

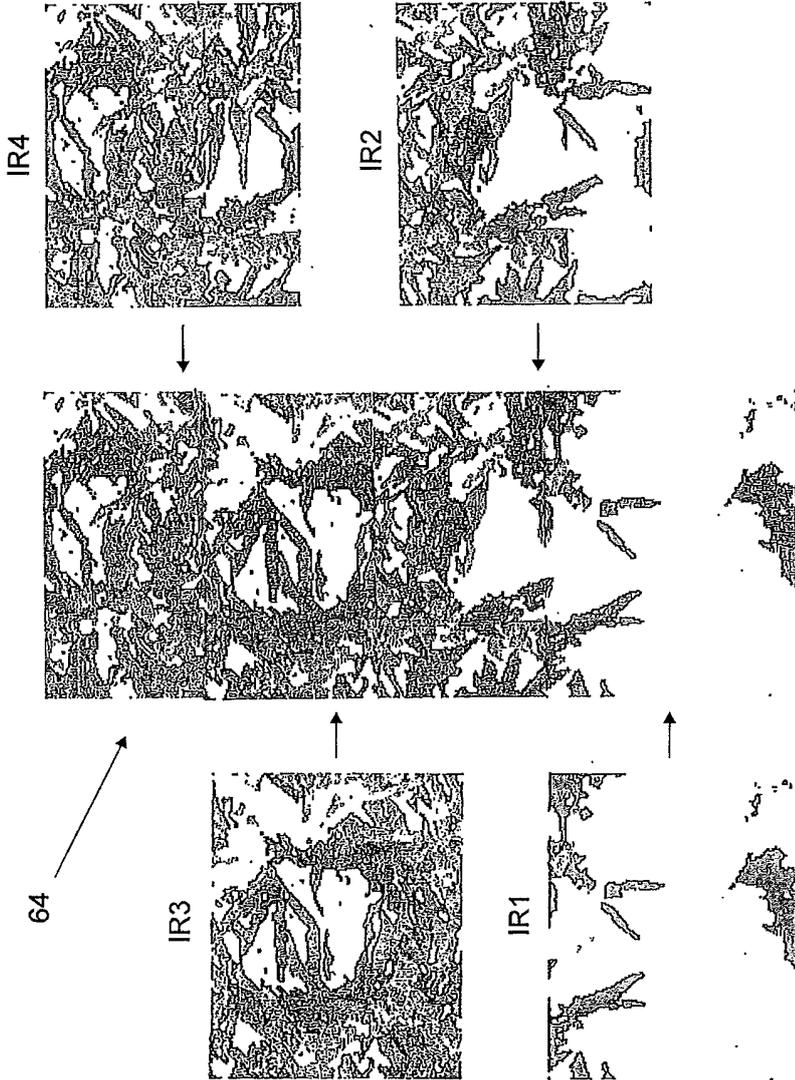
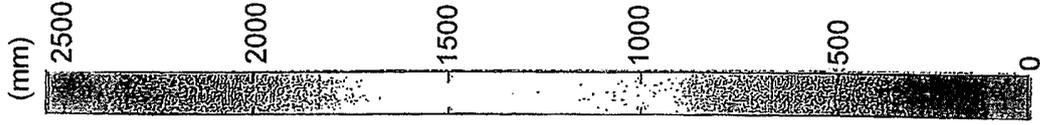


FIG. 7C

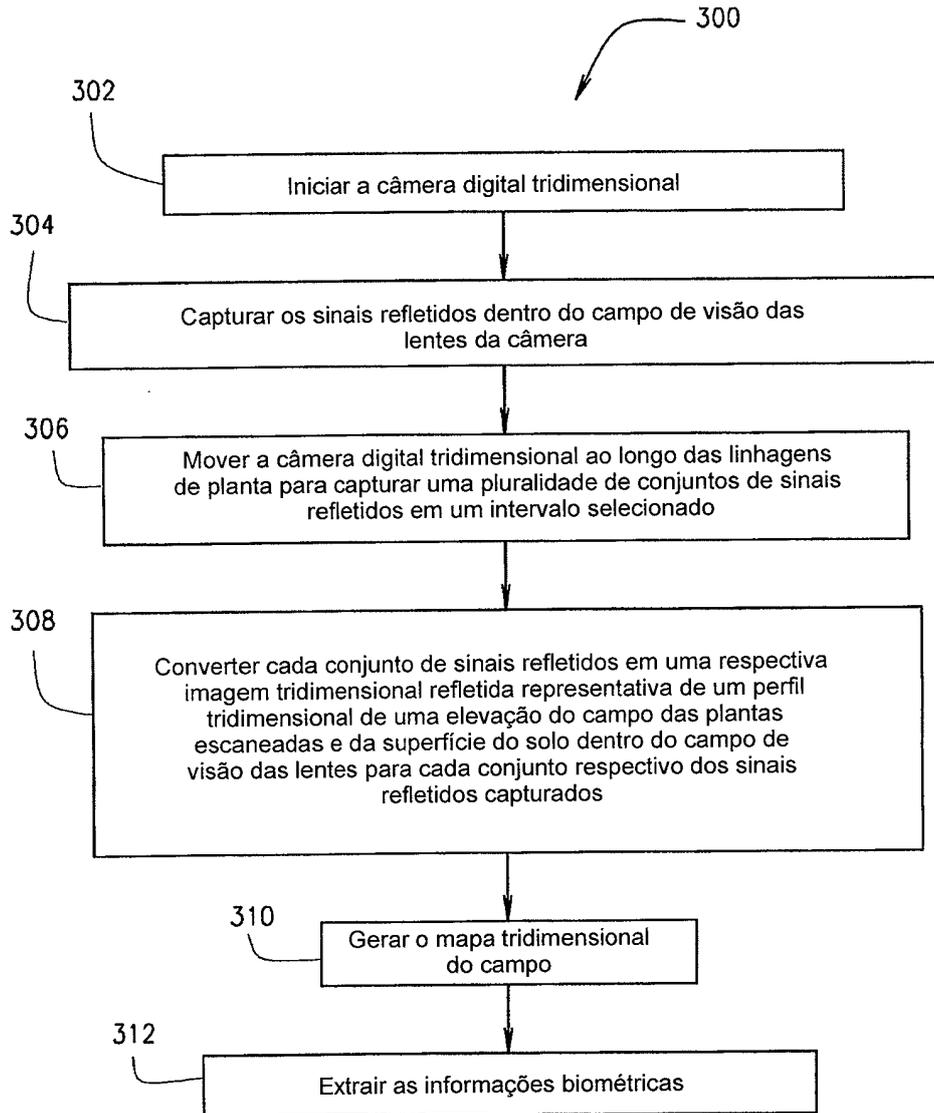


FIG. 8

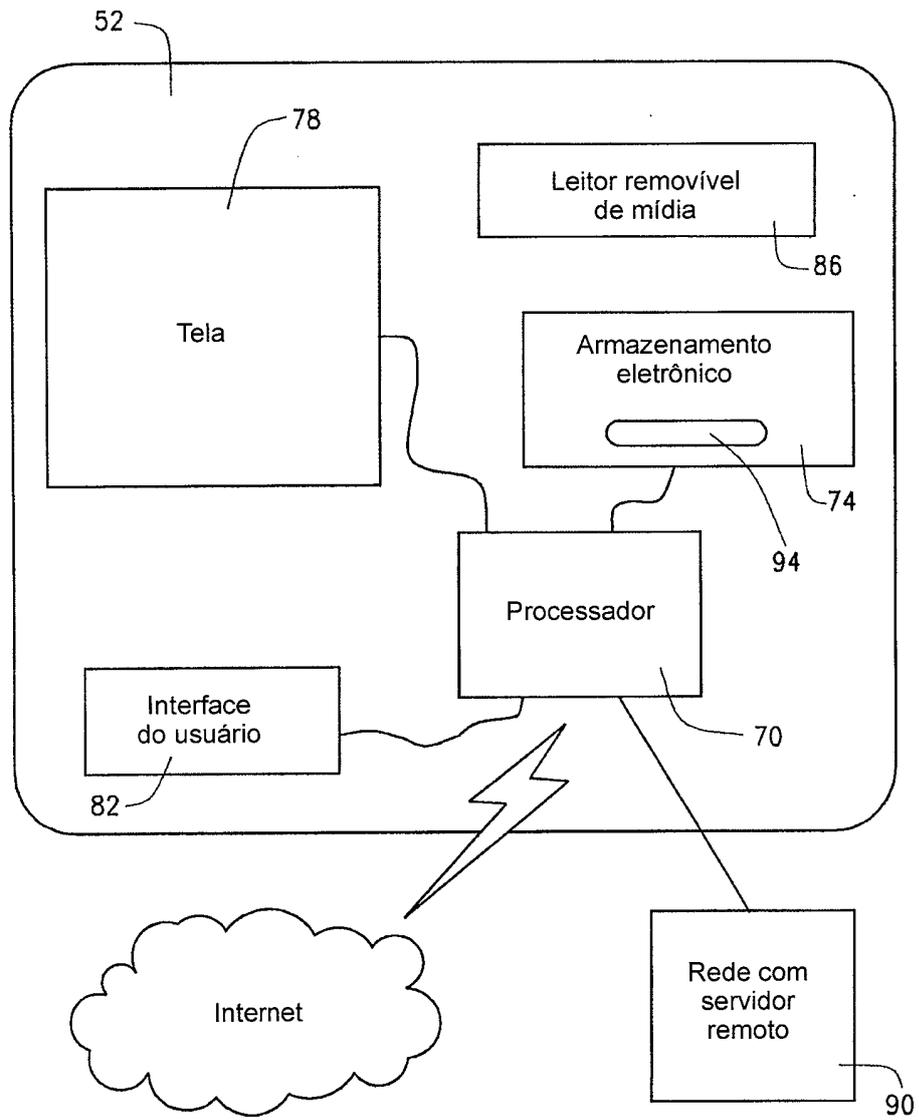


FIG. 9